Rec'd PCT/PC 16 JUL 2004 10/501521

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2003年8月21日 (21.08.2003)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/069125 A1

(51) 国際特許分類[7]: F01B 31/26, 3/02

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/00453

(22) 国際出願日: 2003年1月21日 (21.01.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2002-35613 2002年2月13日 (13.02.2002) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒107-8556 東京都 港区 南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 牧野 博行 (MAKINO,Hiroyuki) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県 和光市 中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 宇田 誠 (UDA,Makoto) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県 和光市 中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 落合 健, 外(OCHIAI,Takeshi et al.); 〒110-0016 東京都 台東区 台東2丁目6番3号 TOビル Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): US.

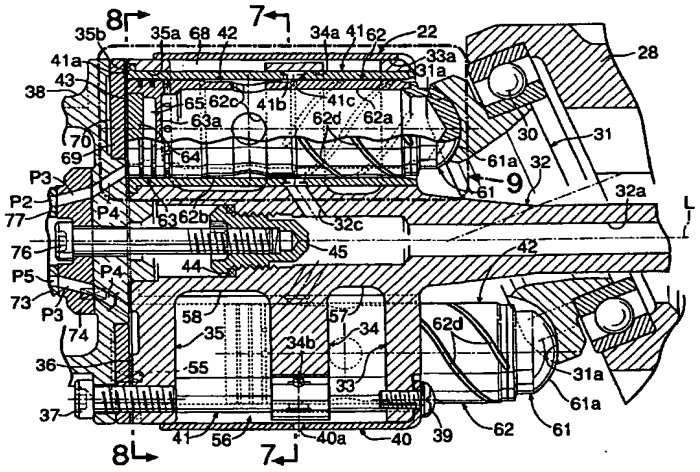
(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: EXPANSION ENGINE

(54) 発明の名称: 膨張機



(57) Abstract: An expansion engine, wherein high-temperature, high-pressure steam is fed to an expansion chamber (43) formed between pistons (42) and a cylinder sleeve (41) to press a swash plate (31) by the pistons (42) so as to rotatingly driving a rotor (22), an annular insulating space (70) is formed in a rotor head (38) facing the expansion chamber (43) to suppress the escape of the heat of the high-temperature, high-pressure steam fed to the expansion chamber (43) to the rotor (22) so as to prevent a thermal efficiency from lowering, and a metal gasket (36) is installed between the end face of the cylinder sleeve (41) and the end face of the rotor head (38) to seal the expansion chamber (43), whereby since a wasteful volume around the seal can be decreased as compared with a case in which the expansion chamber (43) is sealed through a thick-walled annular seal member, the volume ratio (expansion ratio) of the expansion engine can be largely assured to increase a thermal efficiency so as to increase an output.

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY

WO 03/069125 A1

(57) 要約:

膨張機はピストン（４２）およびシリンダスリーブ（４１）間に区画された膨張室（４３）に高温高圧蒸気を供給することで、ピストン（４２）で斜板（３１）を押圧してロータ（２２）を回転駆動する。膨張室（４３）に面するロータヘッド（３８）に環状の断熱空間（７０）を形成することで、膨張室（４３）に供給された高温高圧蒸気の熱がロータ（２２）に逃げるのを抑えて熱効率の低下を防止することができる。またシリンダスリーブ（４１）の端面とロータヘッド（３８）の端面との間にメタルガスケット（３６）を介在させて膨張室（４３）をシールしたので、肉厚の大きい環状のシール部材を介して膨張室（４３）をシールする場合に比べて、シールまわりの無駄ボリュームを減らすことができ、これにより膨張機の容積比（膨張比）を大きく確保し、熱効率を高めて出力の向上を図ることができる。

明 細 書

膨 張 機

発明の分野

本発明は、ケーシングと、ケーシングに回転自在に支持されたロータと、ロータにその軸線を囲むように環状に配置されたアキシャルピストンシリンダ群とを備え、アキシャルピストンシリンダ群のピストンおよびシリンダスリーブ間に区画された膨張室にロータリバルブを介して高温高圧蒸気を供給することでロータを回転駆動する膨張機に関する。

背景技術

かかる膨張機は、本出願人が日本特願２００１－６１４２４号により既に提案している。この膨張機はランキンサイクル装置に用いられるもので、ロータに設けた複数のシリンダスリーブ内の膨張室にロータリバルブを介して蒸気を供給・排出するようになっている。シリンダスリーブはロータの一端面から穿設した有底円筒状の凹部に嵌合して保持されており、膨張室はシリンダスリーブの内面と、ロータの凹部の底面と、シリンダスリーブに嵌合するピストンの頂面とによって区画される。

ところで膨張室に供給された高温高圧蒸気に充分な仕事を行わせるのは、膨張室の壁面からの熱逃げを抑えて蒸気の温度低下を最小限に抑えることが必要である。しかしながら、上記従来のものは、ヒートマスが大きい部材であるロータに膨張室が直接面しているため、膨張室内の熱がロータに逃げ易くなって熱効率の低下を招く問題があった。

発明の開示

本発明は前述の事情に鑑みてなされたもので、膨張機のアキシャルピストンシリンダ群の膨張室からの熱逃げ即ち熱損失を最小限に抑えることを目的とする。

上記目的を達成するために、本発明の第１の特徴によれば、ケーシングと、ケーシングに回転自在に支持されたロータと、ロータにその軸線を囲むように環状に配置されたアキシャルピストンシリンダ群とを備え、アキシャルピストンシリンダ群のピストンおよびシリンダスリーブ間に区画された膨張室にロータリバル

ブを介して高温高圧蒸気を供給することでロータを回転駆動する膨張機において、前記ロータの膨張室に臨む位置に断熱空間を設けたことを特徴とする膨張機が提案される。

上記構成によれば、膨張機のロータに設けたアキシャルピストンシリンダ群のピストンおよびシリンダスリーブ間に膨張室を区画し、ロータの膨張室に臨む位置に断熱空間を設けたので、膨張機に供給された高温高圧蒸気の熱がロータに逃げるのを最小限に抑えて熱効率の低下を防止することができる。

また本発明の第２の特徴によれば、上記第１の特徴に加えて、前記ロータは、別体のシリンダスリーブを保持する第１ロータ半体と、ロータリバルブを収納する第２ロータ半体とを前記軸線方向に結合してなり、第１ロータ半体およびシリンダスリーブの端面と第２ロータ半体の端面との間にメタルガスケットを介在させて膨張室をシールしたことを特徴とする膨張機が提案される。

上記構成によれば、別体のシリンダスリーブを保持する第１ロータ半体にロータリバルブを収納する第２ロータ半体を軸線方向に結合してロータを構成する際に、第１ロータ半体およびシリンダスリーブの端面と第２ロータ半体の端面との間にメタルガスケットを介在させて膨張室をシールしたので、肉厚の大きい環状のシール部材を介して膨張室をシールする場合に比べて、シールまわりの無駄ボリュームを減らすことができ、これにより膨張機の容積比（膨張比）を大きく確保し、熱効率を高めて出力の向上を図ることができる。またシリンダスリーブがロータと別体であるため、ロータの材質に制約されずに熱伝導性、耐熱性、強度、耐摩耗性等を考慮してシリンダスリーブの材質を選択することができ、しかも摩耗・損傷したシリンダスリーブだけを交換することができるので経済的である。

また本発明の第３の特徴によれば、上記第１または請求項２の特徴に加えて、前記ロータに、シリンダスリーブの外周面が露出する切欠を円周方向に形成したことを特徴とする膨張機が提案される。

上記構成によれば、ロータに円周方向に形成した切欠からシリンダスリーブの外周面を露出させたので、ロータのヒートマスを減少させて熱効率の向上を図るとともに重量を軽減することができ、しかも前記切欠を断熱空間とし機能させる

ことでシリンダスリーブからの熱逃げを抑制することができる。

また本発明の第４の特徴によれば、上記第３の特徴に加えて、前記切欠の周囲を断熱カバーで覆ったことを特徴とする膨張機が提案される。

上記構成によれば、ロータの切欠の周囲を断熱カバーで覆ったので、露出するシリンダスリーブの外壁からの熱逃げを一層効果的に抑制することができる。

尚、実施例のスリーブ支持フランジ３３，３４，３５は本発明の第１ロータ半体に対応し、実施例のロータヘッド３８は本発明の第２ロータ半体に対応する。

図面の簡単な説明

図１～図１３は本発明の一実施例を示すもので、図１は膨張機の縦断面図、図２は図１の２－２線断面図、図３は図１の３－３線矢視図、図４は図１の４部拡大図、図５は図１の５部拡大図、図６はロータの分解斜視図、図７は図４の７－７線断面図、図８は図４の８－８線断面図、図９は図４の９部拡大図、図１０は図５の１０－１０線断面図、図１１は図５の１１－１１線断面図、図１２は図５の１２－１２線断面図、図１３は図５の１３－１３線断面である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて説明する。

図１～図９に示すように、本実施例の膨張機Ｍは例えばランキンサイクル装置に使用されるもので、作動媒体としての高温高圧蒸気の熱エネルギーおよび圧力エネルギーを機械エネルギーに変換して出力する。膨張機Ｍのケーシング１１は、ケーシング本体１２と、ケーシング本体１２の前面開口部にシール部材１３を介して複数本のボルト１４…で結合される前部カバー１５と、ケーシング本体１２の後面開口部にシール部材１６を介して複数本のボルト１７…で結合される後部カバー１８と、ケーシング本体１２の下面開口部にシール部材１９を介して複数本のボルト２０…で結合されるオイルパン２１とで構成される。

ケーシング１１の中央を前後方向に延びる軸線Ｌまわりに回転可能に配置されたロータ２２は、その前部を前部カバー１５に設けたボールベアリング２３によって支持され、その後部をケーシング本体１２に設けたボールベアリング２４によって支持される。前部カバー１５の後面に２個のシール部材２５，２６およびノックピン２７を介して嵌合する斜板ホルダ２８が複数本のボルト２９…で固定

されており、この斜板ホルダ２８にアンギュラボールベアリング３０を介して斜板３１が回転自在に支持される。斜板３１の軸線は前記ロータ２２の軸線Ｌに対して傾斜しており、その傾斜角は固定である。

ロータ２２は、前記ボールベアリング２３で前部カバー１５に支持された出力軸３２と、出力軸３２の後部に相互に所定幅の切欠５７，５８（図４および図９参照）を介して一体に形成された３個のスリーブ支持フランジ３３，３４，３５と、後側のスリーブ支持フランジ３５にメタルガスケット３６を介して複数本のボルト３７…で結合され、前記ボールベアリング２４でケーシング本体１２に支持されたロータヘッド３８と、３個のスリーブ支持フランジ３３，３４，３５に前方から嵌合して複数本のボルト３９…で前側のスリーブ支持フランジ３３に結合された断熱カバー４０とを備える。

３個のスリーブ支持フランジ３３，３４，３５には各々５個のスリーブ支持孔３３ａ…，３４ａ…，３５ａ…が軸線Ｌまわりに７２°間隔で形成されており、それらのスリーブ支持孔３３ａ…，３４ａ…，３５ａ…に５本のシリンダスリーブ４１…が後方から嵌合する。各々のシリンダスリーブ４１の後端にはフランジ４１ａが形成されており、このフランジ４１ａが後側のスリーブ支持フランジ３５のスリーブ支持孔３５ａに形成した段部３５ｂに嵌合した状態でメタルガスケット３６に当接して軸方向に位置決めされる（図９参照）。各々のシリンダスリーブ４１の内部にピストン４２が摺動自在に嵌合しており、ピストン４２の前端は斜板３１に形成したディンプル３１ａに当接するとともに、ピストン４２の後端とロータヘッド３８との間に蒸気の膨張室４３が区画される。

ロータ２２と一体の出力軸３２内部に軸線Ｌ上に延びるオイル通路３２ａが形成されており、このオイル通路３２ａの前端は径方向に分岐して出力軸３２の外周の環状溝３２ｂに連通する。ロータ２２の中央のスリーブ支持フランジ３４の径方向内側位置において、前記オイル通路３２ａの内周にシール部材４４を介してオイル通路閉塞部材４５が螺合しており、その近傍のオイル通路３２ａから径方向外側に延びる複数のオイル孔３２ｃ…が出力軸３２の外周面に開口する。

前部カバー１５の前面に設けた凹部１５ａと、前部カバー１５の前面にシール部材４６を介して複数本のボルト４７…で固定したポンプカバー４８との間に配

置されたトロコイド型のオイルポンプ４９は、前記凹部１５ａに回転自在に嵌合するアウターロータ５０と、出力軸３２の外周に固定されてアウターロータ５０に噛合するインナーロータ５１とを備える。オイルパン２１の内部空間はオイルパイプ５２および前部カバー１５のオイル通路１５ｂを介してオイルポンプ４９の吸入ポート５３に連通し、オイルポンプ４９の吐出ポート５４は前部カバー１５のオイル通路１５ｃを介して出力軸３２の環状溝３２ｂに連通する。

シリンダスリーブ４１に摺動自在に嵌合するピストン４２はエンド部６１、中間部６２およびトップ部６３からなる。エンド部６１は斜板３１のディンプル３１ａに当接する球面部６１ａを有する部材であって、中間部６２の先端に溶接で結合される。中間部６２は大容積の中空空間６２ａを有する円筒状の部材であって、トップ部６３に近い外周部に直径が僅かに減少した小径部６２ｂを有しており、そこを半径方向に貫通するように複数のオイル孔６２ｃ…が形成されるとともに、小径部６２ｂよりも前方の外周部に複数本の螺旋状のオイル溝６２ｄ…が形成される。膨張室４３に臨むトップ部６３は中間部６２と一体に形成されており、その内面に形成された隔壁６３ａと、その後端面に嵌合して溶接された蓋部材６４との間に断熱空間６５（図９参照）が形成される。トップ部６３の外周には２本の圧縮リング６６，６６と１本のオイルリング６７とが装着されており、オイルリング６７が嵌合するオイルリング溝６３ｂは複数のオイル孔６３ｃ…を介して中間部６２の中空空間６２ａに連通する。

ピストンのエンド部６１および中間部６２は高炭素鋼製、トップ部６３はステンレス製であり、そのうちエンド部６１には高周波焼入れが、中間部６２には焼入れが施される。その結果、斜板３１に大きな面圧で当接するエンド部６１の耐高面圧性と、厳しい潤滑条件でシリンダスリーブ４１に摺接する中間部６２の耐摩耗性と、膨張室４３に臨んで高温高圧に晒されるトップ部６３の耐熱・耐蝕性とが満たされる。

シリンダスリーブ４１の中間部外周に環状溝４１ｂ（図６および図９参照）が形成されており、この環状溝４１ｂに複数のオイル孔４１ｃ…が形成される。シリンダスリーブ４１の回転方向の取付位置に関わらず、出力軸３２に形成したオイル孔３２ｃ…と、ロータ２２の中央のスリーブ支持フランジ３４に形成したオ

イル孔３４ｂ…（図４および図６参照）とが環状溝４１ｂに連通する。ロータ２２の前側および後側のスリーブ支持フランジ３３，３５と断熱カバー４０との間に形成された空間６８は、断熱カバー４０に形成したオイル孔４０ａ…（図４および図７参照）を介してケーシング１１の内部空間に連通する。

ロータ２２の前側のスリーブ支持フランジ３３の後面にボルト３７…で結合されたロータヘッド３８の前側もしくは膨張室４３…側に環状の蓋部材６９が溶接されており、蓋部材６９の背面もしくは後面に環状の断熱空間７０（図９参照）が区画される。ロータヘッド３８はノックピン５５により後側のスリーブ支持フランジ３５に対して回転方向に位置決めされる。

尚、５個のシリンダスリーブ４１…と５個のピストン４２…とは本発明のアキシャルピストンシリンダ群５６を構成する。

次に、ロータ２２の５個の膨張室４３…に蒸気を供給・排出するロータリバルブ７１の構造を、図５および図１０～図１３に基づいて説明する。

図５に示すように、ロータ２２の軸線Ｌに沿うように配置されたロータリバルブ７１は、バルブ本体部７２と、固定側バルブプレート７３と、可動側バルブプレート７４とを備える。可動側バルブプレート７４は、ロータ２２の後面にノックピン７５で回転方向に位置決めされた状態で、オイル通路閉塞部材４５（図４参照）に螺合するボルト７６で固定される。尚、ボルト７６はロータヘッド３８を出力軸３２に固定する機能も兼ね備えている。

図５から明らかなように、可動側バルブプレート７４に平坦な摺動面７７を介して当接する固定側バルブプレート７３は、バルブ本体部７２の前面の中心に１本のボルト７８で固定されるとともに、バルブ本体部７２の外周部に環状の固定リング７９および複数本のボルト８０で固定される。その際に、固定リング７９の内周に形成した段部７９ａが固定側バルブプレート７３の外周にインロウ嵌合するように圧入され、かつ固定リング７９の外周に形成した段部７９ｂがバルブ本体部７２の外周にインロウ嵌合することで、バルブ本体部７２に対する固定側バルブプレート７３の同軸性が確保される。またバルブ本体部７２と固定側バルブプレート７３との間に、固定側バルブプレート７３を回転方向に位置決めするノックピン８１が配置される。

従って、ロータ２２が回転すると、可動側バルブプレート７４および固定側バルブプレート７３は摺動面７７において相互に密着しながら相対回転する。固定側バルブプレート７３および可動側バルブプレート７４は、カーボンやセラミックス等の耐久性に優れた材質で構成されており、更にまたその摺動面７７に耐熱性、潤滑性、耐蝕性、耐摩耗性を有する部材を介在させたりコーティングしたりすれば更に耐久性を向上できる。

ステンレス製のバルブ本体部７２は、大径部７２ａおよび小径部７２ｂを備えた段付き円柱状の部材であって、その大径部７２ａおよび小径部７２ｂの外周面が、それぞれシール部材８２，８３を介して後部カバー１８の円形断面の支持面１８ａ，１８ｂに軸線Ｌ方向に摺動自在に嵌合し、バルブ本体部７２の外周面に植設したピン８４が後部カバー１８に軸線Ｌ方向に形成した切欠１８ｃに嵌合することで回転方向に位置決めされる。後部カバー１８に軸線Ｌを囲むように複数個のプリロードスプリング８５…が支持されており、これらプリロードスプリング８５…に大径部７２ａおよび小径部７２ｂ間の段部７２ｃを押圧されたバルブ本体部７２は、固定側バルブプレート７３および可動側バルブプレート７４の摺動面７７を密着させるべく前方に向けて付勢される。

バルブ本体部７２の後面に接続された蒸気供給パイプ８６は、バルブ本体部７２の内部に形成した第１蒸気通路Ｐ１と、固定側バルブプレート７３に形成した第２蒸気通路Ｐ２とを介して摺動面７７に連通する。またケーシング本体１２および後部カバー１８とロータ２２との間にはシール部材８７でシールされた蒸気排出室８８が形成されており、この蒸気排出室８８はバルブ本体部７２の内部に形成した第６、第７蒸気通路Ｐ６，Ｐ７と、固定側バルブプレート７３に形成した第５蒸気通路Ｐ５とを介して摺動面７７に連通する。バルブ本体部７２と固定側バルブプレート７３との合わせ面には、第１、第２蒸気通路Ｐ１，Ｐ２の接続部を囲むシール部材８９と、第５、第６蒸気通路Ｐ５，Ｐ６の接続部を囲むシール部材９０とが設けられる。

軸線Ｌを囲むように等間隔で配置された５個の第３蒸気通路Ｐ３…が可動側バルブプレート７４を貫通しており、軸線Ｌを囲むようにロータ２２に形成された５個の第４蒸気通路Ｐ４…の両端が、それぞれ前記第３蒸気通路Ｐ３…および前

記膨張室４３…に連通する。第２蒸気通路Ｐ２の摺動面７７に開口する部分は円形であるのに対し、第５蒸気通路Ｐ５の摺動面７７に開口する部分は軸線Ｌを中心とする円弧状に形成される。

次に、上記構成を備えた本実施例の膨張機Ｍの作用を説明する。

蒸発器で水を加熱して発生した高温高圧蒸気は蒸気供給パイプ８６からロータリバルブ７１のバルブ本体部７２に形成した第１蒸気通路Ｐ１と、このバルブ本体部７２と一体の固定側バルブプレート７３に形成した第２蒸気通路Ｐ２とを経て、可動側バルブプレート７４との摺動面７７に達する。そして摺動面７７に開口する第２蒸気通路Ｐ２はロータ２２と一体に回転する可動側バルブプレート７４に形成した対応する第３蒸気通路Ｐ３に所定の吸気期間において瞬間的に連通し、高温高圧蒸気は第３蒸気通路Ｐ３からロータ２２に形成した第４蒸気通路Ｐ４を経てシリンダスリーブ４１内の膨張室４３に供給される。

ロータ２２の回転に伴って第２蒸気通路Ｐ２および第３蒸気通路Ｐ３の連通が絶たれた後も膨張室４３内で高温高圧蒸気が膨張することで、シリンダスリーブ４１に嵌合するピストン４２が上死点から下死点に向けて前方に押し出され、その前端のエンド部６１が斜板３１のディンプル３１ａを押圧する。その結果、ピストン４２が斜板３１から受ける反力でロータ２２に回転トルクが与えられる。そしてロータ２２が５分の１回転する毎に、相隣り合う新たな膨張室４３内に高温高圧蒸気が供給されてロータ２２が連続的に回転駆動される。

ロータ２２の回転に伴って下死点に達したピストン４２が斜板３１に押圧されて上死点に向かって後退する間に、膨張室４３から押し出された低温低圧蒸気は、ロータ２２の第４蒸気通路Ｐ４と、可動側バルブプレート７４の第３蒸気通路Ｐ３と、摺動面７７と、固定側バルブプレート７３の円弧状の第５蒸気通路Ｐ５と、バルブ本体部７２の第６、第７蒸気通路Ｐ６，Ｐ７とを経て蒸気排出室８８に排出され、そこから凝縮器に供給される。

ロータ２２の回転に伴って出力軸３２に設けたオイルポンプ４９が作動し、オイルパン２１からオイルパイプ５２、前部カバー１５のオイル通路１５ｂ、吸入ポート５３を経て吸入されたオイルが吐出ポート５４から吐出され、前部カバー１５のオイル通路１５ｃ、出力軸３２のオイル通路３２ａ、出力軸３２の環状溝

３２ｂ、出力軸３２のオイル孔３２ｃ…、シリンダスリーブ４１の環状溝４１ｂおよびシリンダスリーブ４１のオイル孔４１ｃ…を経て、ピストン４２の中間部６２に形成した小径部６２ｂとシリンダスリーブ４１との間の空間に供給される。そして前記小径部６２ｂに保持されたオイルの一部は、ピストン４２の中間部６２に形成した螺旋状のオイル溝６２ｄ…に流れてシリンダスリーブ４１との摺動面を潤滑し、また前記オイルの他の一部はピストン４２のトップ部６３に設けた圧縮リング６６，６６およびオイルリング６７とシリンダスリーブ４１との摺動面を潤滑する。

供給された高温高圧蒸気の一部が凝縮した水が内部に生じた膨張室４３からシリンダスリーブ４１およびピストン４２の摺動面に浸入してオイルに混入することは避けられず、そのために前記摺動面の潤滑条件は厳しいものとなるが、必要量のオイルをオイルポンプ４９から出力軸３２の内部を通してシリンダスリーブ４１およびピストン４２の摺動面に直接供給することで、充分な油膜を維持して潤滑性能を確保するとともにオイルポンプ４９の小型化を図ることができる。

シリンダスリーブ４１およびピストン４２の摺動面からオイルリング６７によって掻き取られたオイルは、オイルリング溝６３ｂの底部に形成したオイル孔６３ｃ…からピストン４２の内部の中空空間６２ａに流入する。前記中空空間６２ａはピストン４２の中間部６２を貫通する複数のオイル孔６２ｃ…を介してシリンダスリーブ４１の内部に連通しており、かつシリンダスリーブ４１の内部は複数のオイル孔４１ｃ…を介して該シリンダスリーブ４１の外周の環状溝４１ｂに連通している。環状溝４１ｂの周囲はロータ２２の中央のスリーブ支持フランジ３４によって覆われているが、スリーブ支持フランジ３４にはオイル孔３４ｂが形成されているため、ピストン４２の中空空間６２ａ内のオイルは遠心力で半径方向外側に付勢され、スリーブ支持フランジ３４のオイル孔３４ｂを通して断熱カバー４０内の空間６８に排出され、そこから断熱カバー４０のオイル孔４０ａ…を通してオイルパン２１に戻される。その際に、前記オイル孔３４ｂはスリーブ支持フランジ３４の半径方向外端よりも軸線Ｌ寄りに偏倚した位置にあるため、そのオイル孔３４ｂよりも半径方向外側にあるオイルは遠心力でピストン４２の中空空間６２ａに保持される。

このように、ピストン４２の内部の中空空間６２ａに保持されたオイルとピストン４２の外周の小径部６２ｂとに保持されたオイルとは、膨張室４３の容積が増加する膨張行程において前記小径部６２ｂからトップ部６３側に供給され、また膨張室４３の容積が減少する圧縮行程において前記小径部６２ｂからエンド部６１側に供給されるため、ピストン４２の軸方向全域を確実に潤滑することができる。またピストン４２の中空空間６２ａの内部でオイルが流動することで、高温高圧蒸気に晒されるトップ部６３の熱を低温のエンド部６１に伝えてピストン４２の温度が局部的に上昇するのを回避することができる。

第４蒸気通路Ｐ４から高温高圧蒸気が膨張室４３に供給されたとき、膨張室４３に臨むピストン４２のトップ部６３と中間部６２との間には断熱空間６５が形成されており、また膨張室４３に臨むロータヘッド３８にも断熱空間７０が形成されているため、膨張室４３からピストン４２およびロータヘッド３８への熱逃げを最小限に抑えて膨張機Ｍの性能向上に寄与することができる。またピストン４２の内部に大容積の中空空間６２ａを形成したので、ピストン４２の重量を低減することができるだけでなく、ピストン４２の熱マスを減少させて膨張室４３からの熱逃げを更に効果的に低減することができる。

後側のスリーブ支持フランジ３５とロータヘッド３８との間にメタルガスケット３６を介在させて膨張室４３をシールしたので、肉厚の大きい環状のシール部材を介して膨張室４３をシールする場合に比べて、シールまわりの無駄ボリュームを減らすことができ、これにより膨張機Ｍの容積比（膨張比）を大きく確保し、熱効率を高めて出力の向上を図ることができる。またシリンダスリーブ４１をロータ２２と別体で構成したので、ロータ２２の材質に制約されずに熱伝導性、耐熱性、強度、耐摩耗性等を考慮してシリンダスリーブ４１の材質を選択することができ、しかも摩耗・損傷したシリンダスリーブ４１だけを交換することができるので経済的である。

またロータ２２の外周面に円周方向に形成した２個の切欠５７，５８からシリンダスリーブ４１の外周面が露出するので、ロータ２２の重量を軽減できるだけでなく、ロータ２２の熱マスを減少させて熱効率の向上を図ることができ、しかも前記切欠５７，５８を断熱空間として機能させることでシリンダスリーブ４１

からの熱逃げを抑制することができる。更に、ロータ２２の外周部を断熱カバー４０で覆ったので、シリンダスリーブ４１からの熱逃げを一層効果的に抑制することができる。

ロータリバルブ７１は固定側バルブプレート７３および可動側バルブプレート７４間の平坦な摺動面７７を介してアキシャルピストンシリンダ群５６に蒸気を供給・排出するので、蒸気のリークを効果的に防止することができる。なぜならば、平坦な摺動面７７は高精度の加工が容易なため、円筒状の摺動面に比べてクリアランスの管理が容易であるからである。しかも複数本のプリロードスプリング８５…でバルブ本体部７２にプリセット荷重を与えて固定側バルブプレート７３および可動側バルブプレート７４の摺動面７７に面圧を発生させるので、摺動面７７からの蒸気のリークを一層効果的に抑制することができる。

またロータリバルブ７１のバルブ本体部７２が熱膨張係数の大きいステンレス製であり、このバルブ本体７２に固定される固定側バルブプレート７３が熱膨張係数の小さいカーボン製あるいはセラミックス製であるため、熱膨張係数の差によって両者間のセンタリングがずれる可能性があるが、固定リング７９の内周の段部７９ａを固定側バルブプレート７３の外周に圧入によりインロウ嵌合させ、かつ固定リング７９の外周の段部７９ｂをバルブ本体部７２の外周にインロウ嵌合させた状態で、固定リング７９を複数本のボルト８０…でバルブ本体部７２に固定したので、インロウ嵌合の調芯作用により固定側バルブプレート７３をバルブ本体部７２に対して精密にセンタリングし、蒸気の供給・排出タイミングのずれを防止して膨張機Ｍの性能低下を防止することができる。しかもボルト８０…の締結力で固定側バルブプレート７３とバルブ本体部７２との当接面を均一に密着させ、その当接面からの蒸気の漏れを抑制することができる。

更に、後部カバー１８をケーシング本体１２から取り外すだけで、ケーシング本体１２に対してロータリバルブ７１を着脱することができるので、修理、清掃、交換等のメンテナンス作業性が大幅に向上する。また高温高圧蒸気が通過するロータリバルブ７１は高温になるが、オイルによる潤滑が必要な斜板３１や出力軸３２がロータ２２を挟んでロータリバルブ７１の反対側に配置されるので、高温となるロータリバルブ７１の熱でオイルが加熱されて斜板３１や出力軸３２の

潤滑性能が低下するのを防止することができる。またオイルはロータリバルブ７１を冷却して過熱を防止する機能も発揮する。

以上、本発明の実施例を説明したが、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々の設計変更を行うことが可能である。

例えば、実施例ではランキンサイクル装置の膨張機Mを例示したが、本発明の膨張機Mは他の任意の用途に適用可能である。

産業上の利用可能性

本発明の膨張機はランキンサイクル装置に対して好適に適用可能であるが、高温高圧の作動媒体の熱エネルギーおよび圧力エネルギーを機械エネルギーに変換して出力するものであれば、任意の用途の膨張機に対して適用することができる。

請求の範囲

1．ケーシング（１１）と、

ケーシング（１１）に回転自在に支持されたロータ（２２）と、

ロータ（２２）にその軸線（Ｌ）を囲むように環状に配置されたアキシャルピストンシリンダ群（５６）と、

を備え、

アキシャルピストンシリンダ群（５６）のピストン（４２）およびシリンダスリーブ（４１）間に区画された膨張室（４３）にロータリバルブ（７１）を介して高温高圧蒸気を供給することでロータ（２２）を回転駆動する膨張機において、

前記ロータ（２２）の膨張室（４３）に臨む位置に断熱空間（７０）を設けたことを特徴とする膨張機。

2．前記ロータ（２２）は、別体のシリンダスリーブ（４１）を保持する第１ロータ半体（３３，３４，３５）と、ロータリバルブ（７１）を収納する第２ロータ半体（３８）とを前記軸線（Ｌ）方向に結合してなり、第１ロータ半体（３３，３４，３５）およびシリンダスリーブ（４１）の端面と第２ロータ半体（３８）の端面との間にメタルガスケット（３６）を介在させて膨張室（４３）をシールしたことを特徴とする、請求項１に記載の膨張機。

3．前記ロータ（２２）に、シリンダスリーブ（４１）の外周面が露出する切欠（５７，５８）を円周方向に形成したことを特徴とする、請求項１または請求項２に記載の膨張機。

4．前記切欠（５７，５８）の周囲を断熱カバー（４０）で覆ったことを特徴とする、請求項３に記載の膨張機。

図 1

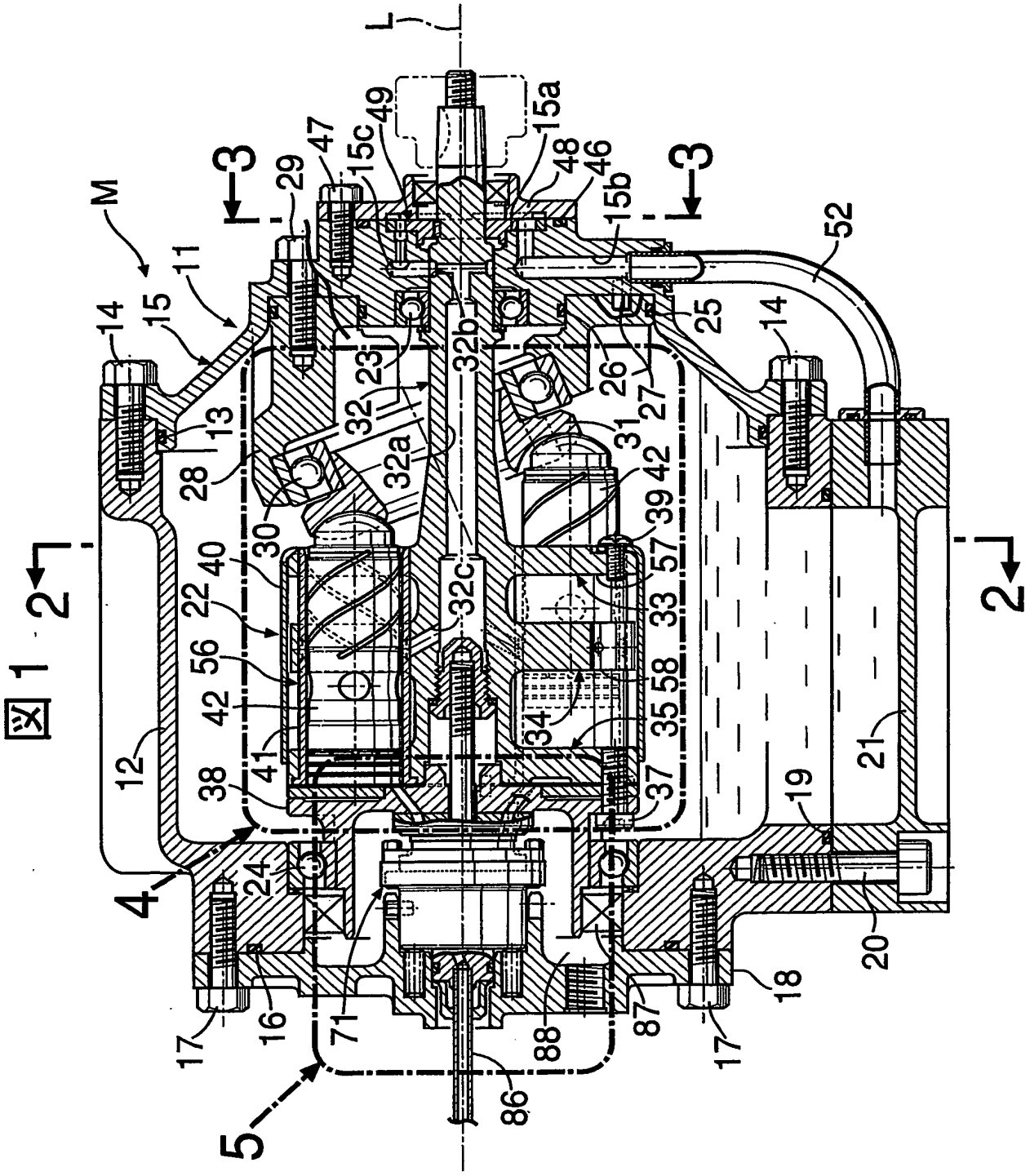

L
M
11
14
15
13
28
12
38
24
4
5
17
16
71
88
86
87
18
20
19
21
52
25
26
27
31
42
39
57
33
58
35
37
34
56
22
40
30
32
23
29
47
49
15c
15a
48
46
15b
3
2
1
32a
32b
32c

図 2

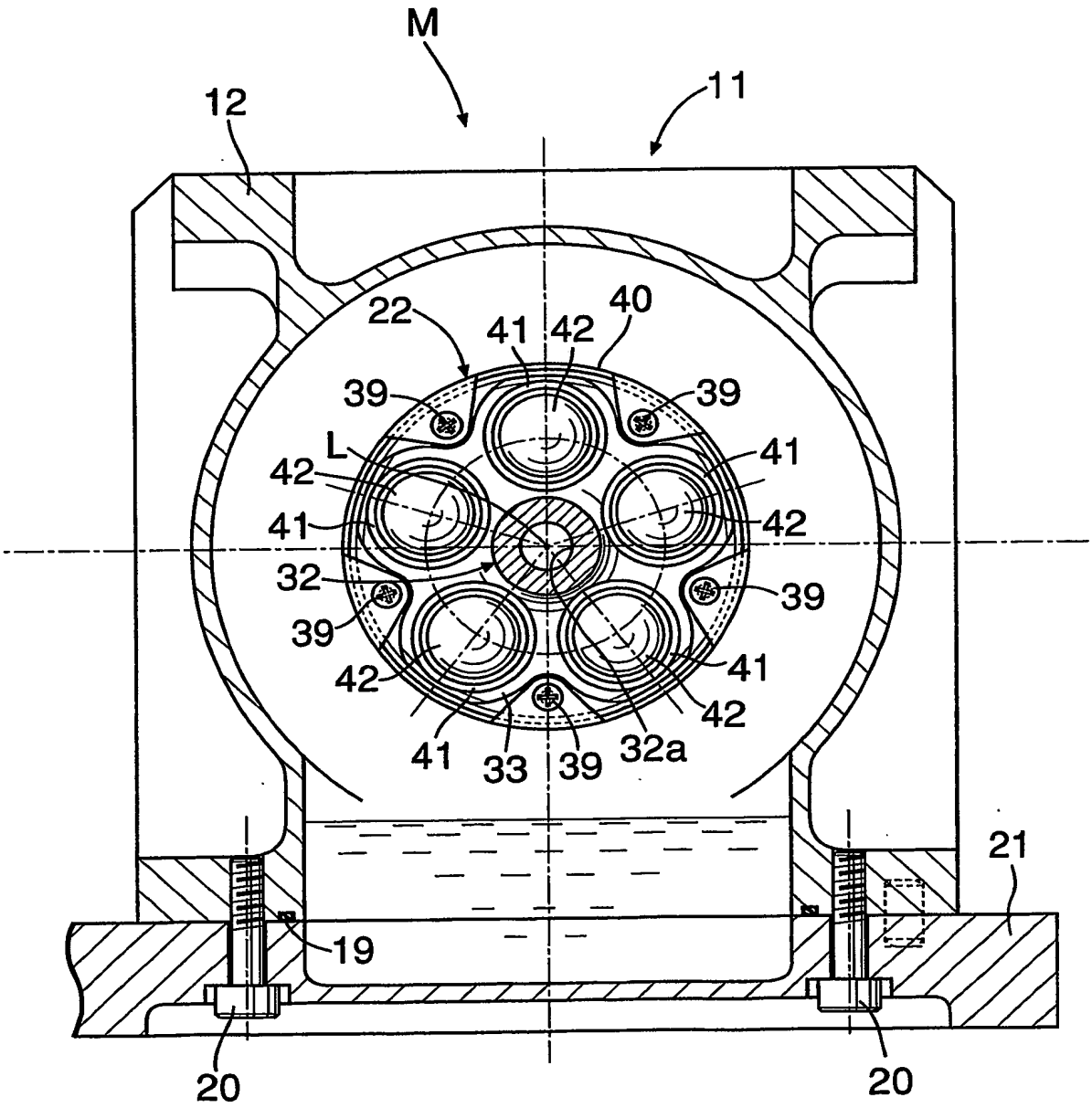

M
12
11
22
41
42
40
39
39
L
42
41
41
42
32
39
39
42
41
42
41
33
39
32a
21
19
20
20

図 3

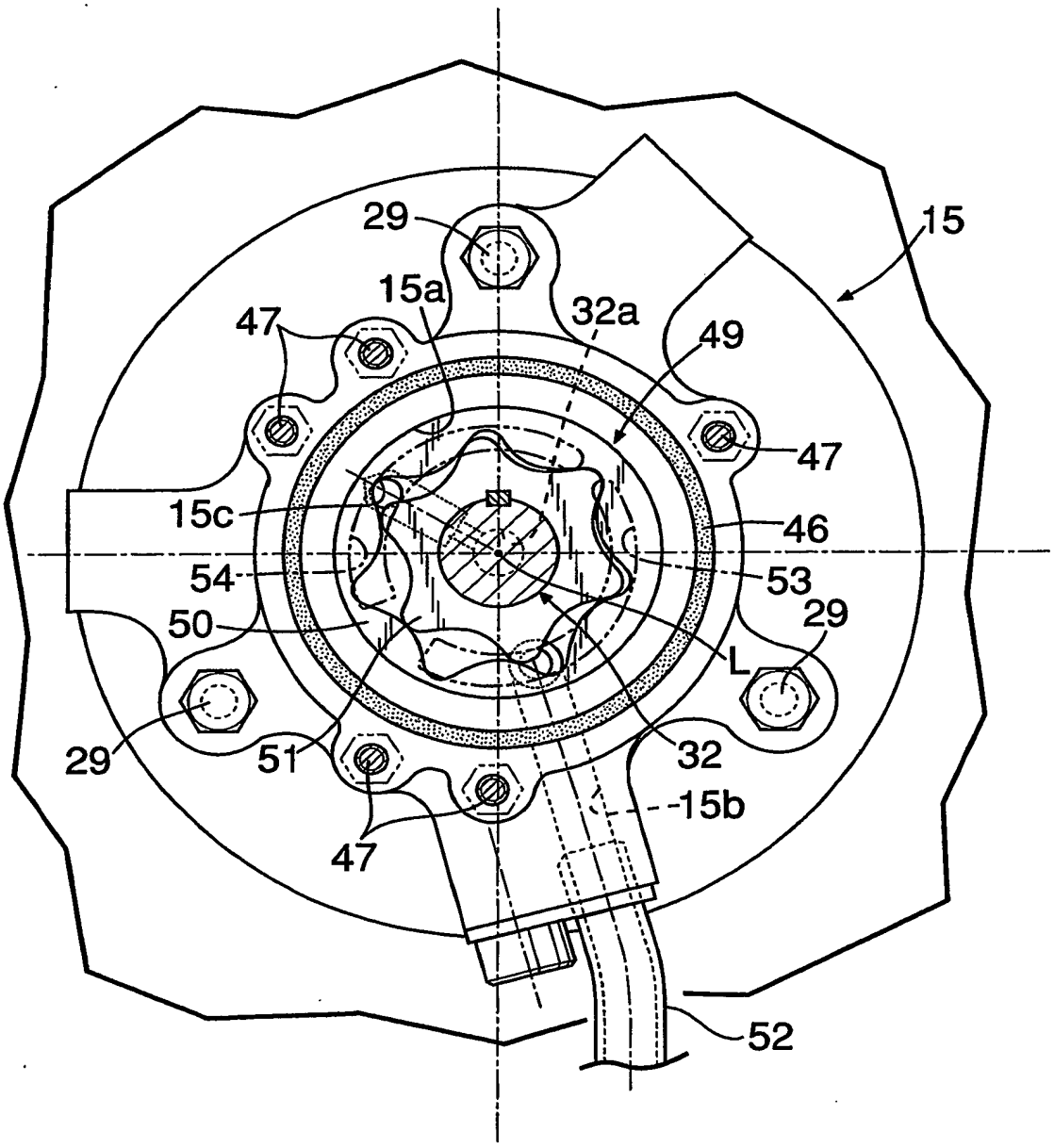


図 4

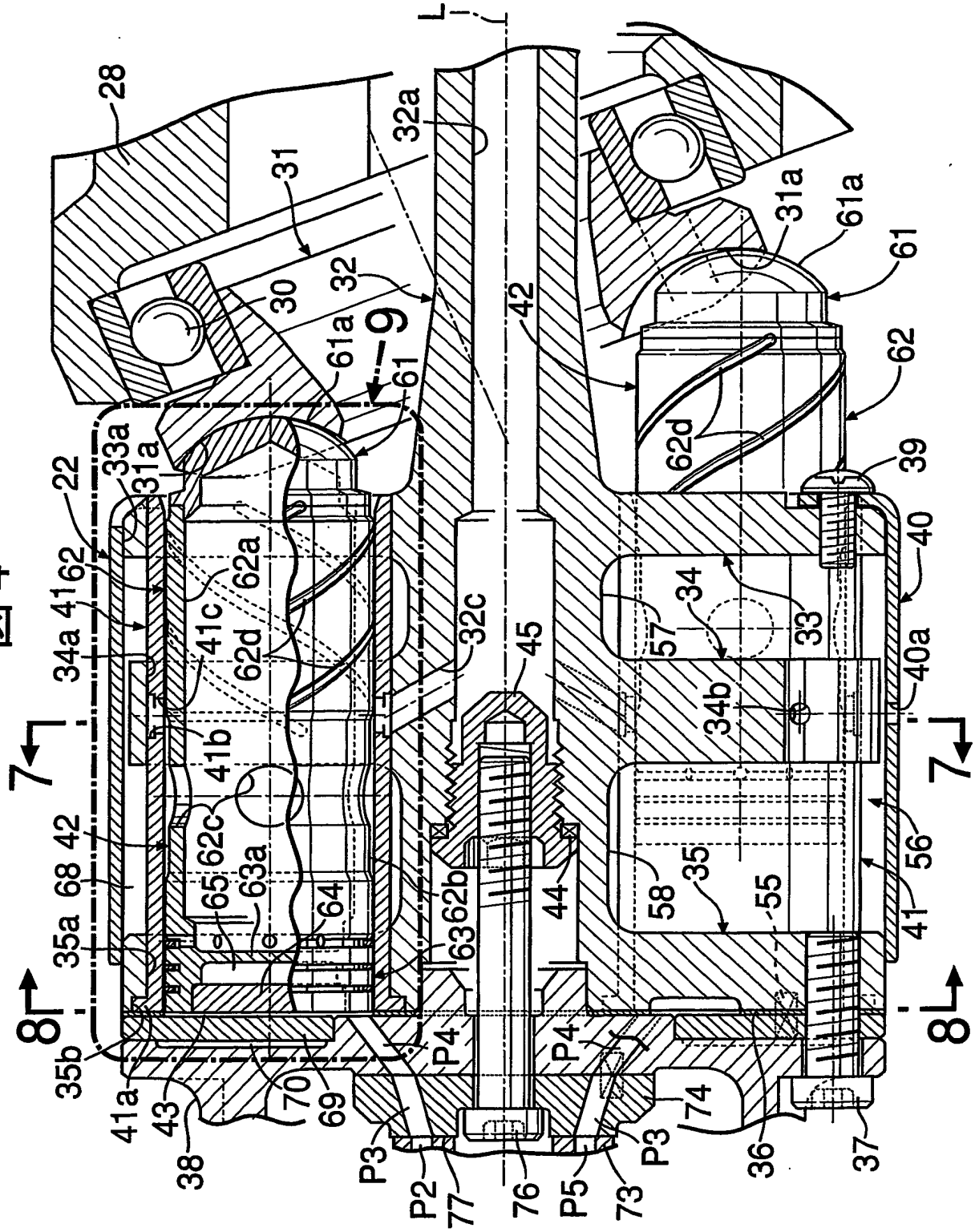

L
28
32a
31
30
32
9
61a
61
42
31a
61a
61
62
62d
39
40
40a
22
33a
31a
62
34a
41
62a
41c
62d
32c
45
34
57
33
34b
7
7
41b
42
68
62c
65
63a
64
62b
63
44
58
35
55
56
41
35a
8
8
35b
41a
43
38
70
69
P4
P4
P3
P2
77
76
P5
73
P3
74
36
37

図 5

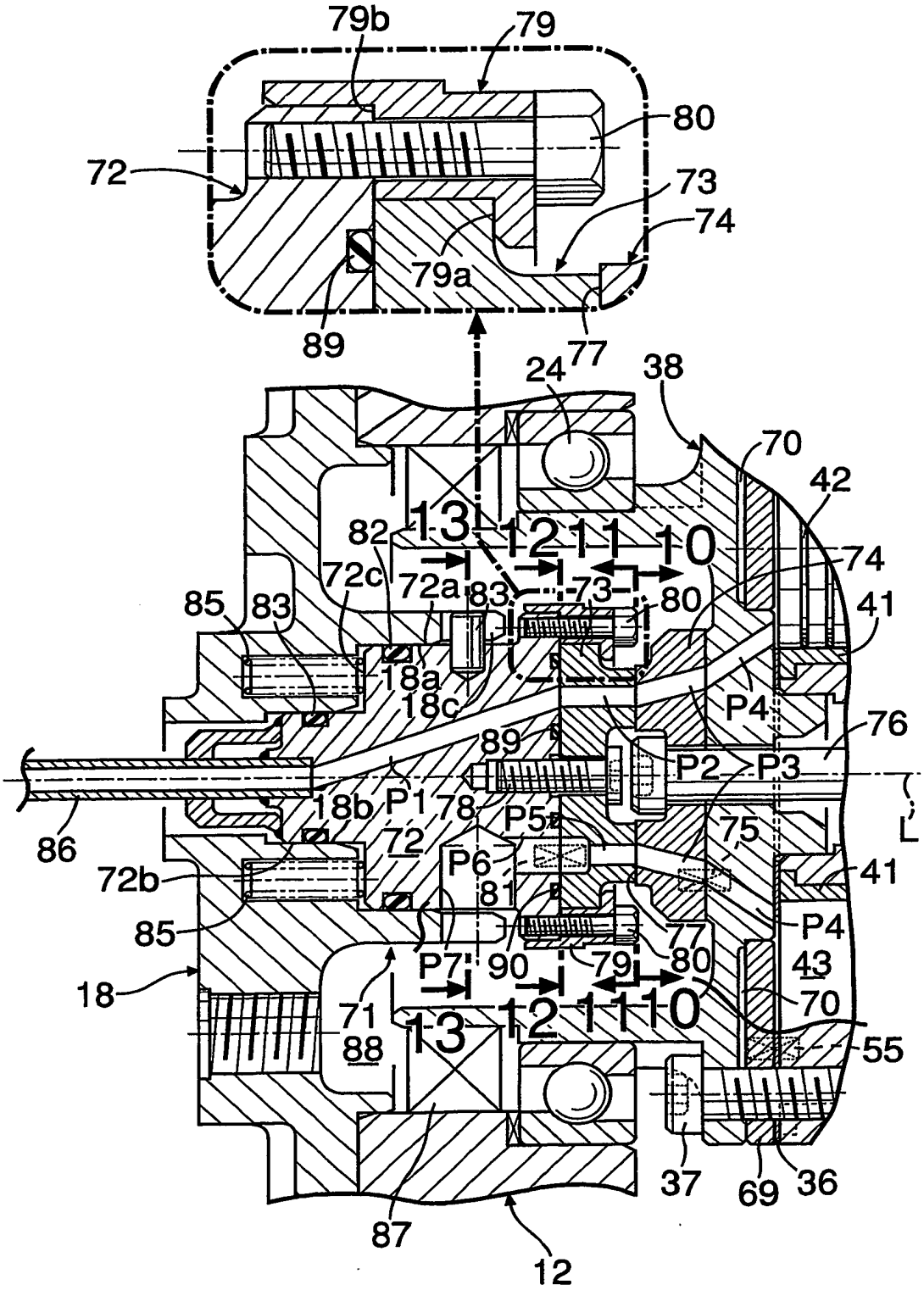

79b
79
80
72
73
74
79a
89
77
24
38
70
42
82
13
12
11
10
72c
72a
83
73
80
41
85
83
18a
18c
P4
76
89
P2
P3
18b
P1
78
P5
72
75
86
72b
P6
81
41
85
P4
77
P7
90
79
80
43
18
71
70
88
13
12
11
10
55
37
69
36
87
12
L

図6

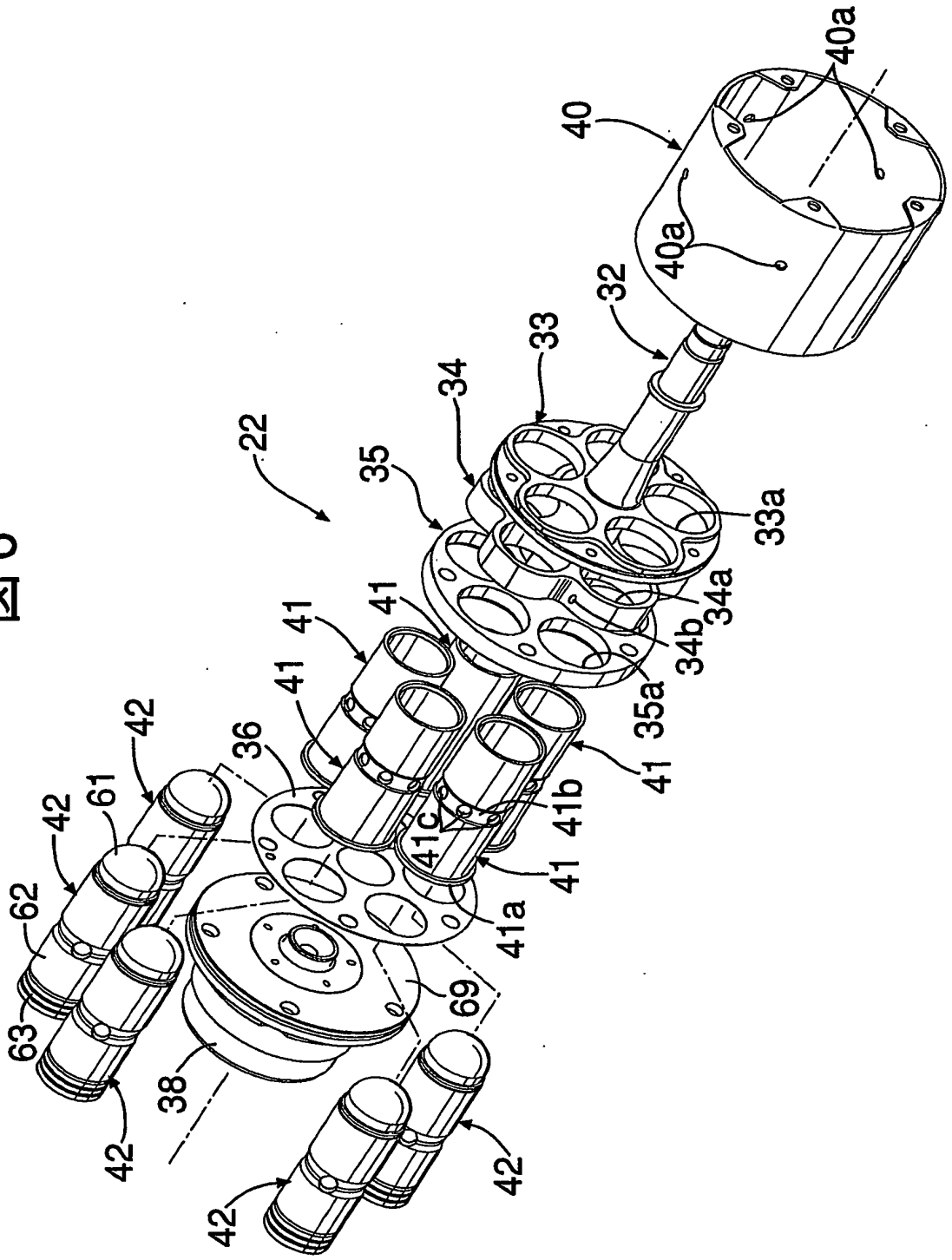

40
40a
40a
32
33
34
22
35
33a
34a
34b
35a
41
41
41
41
41
41
41b
41c
41a
36
42
61
42
62
63
42
42
42
38
69

図 7

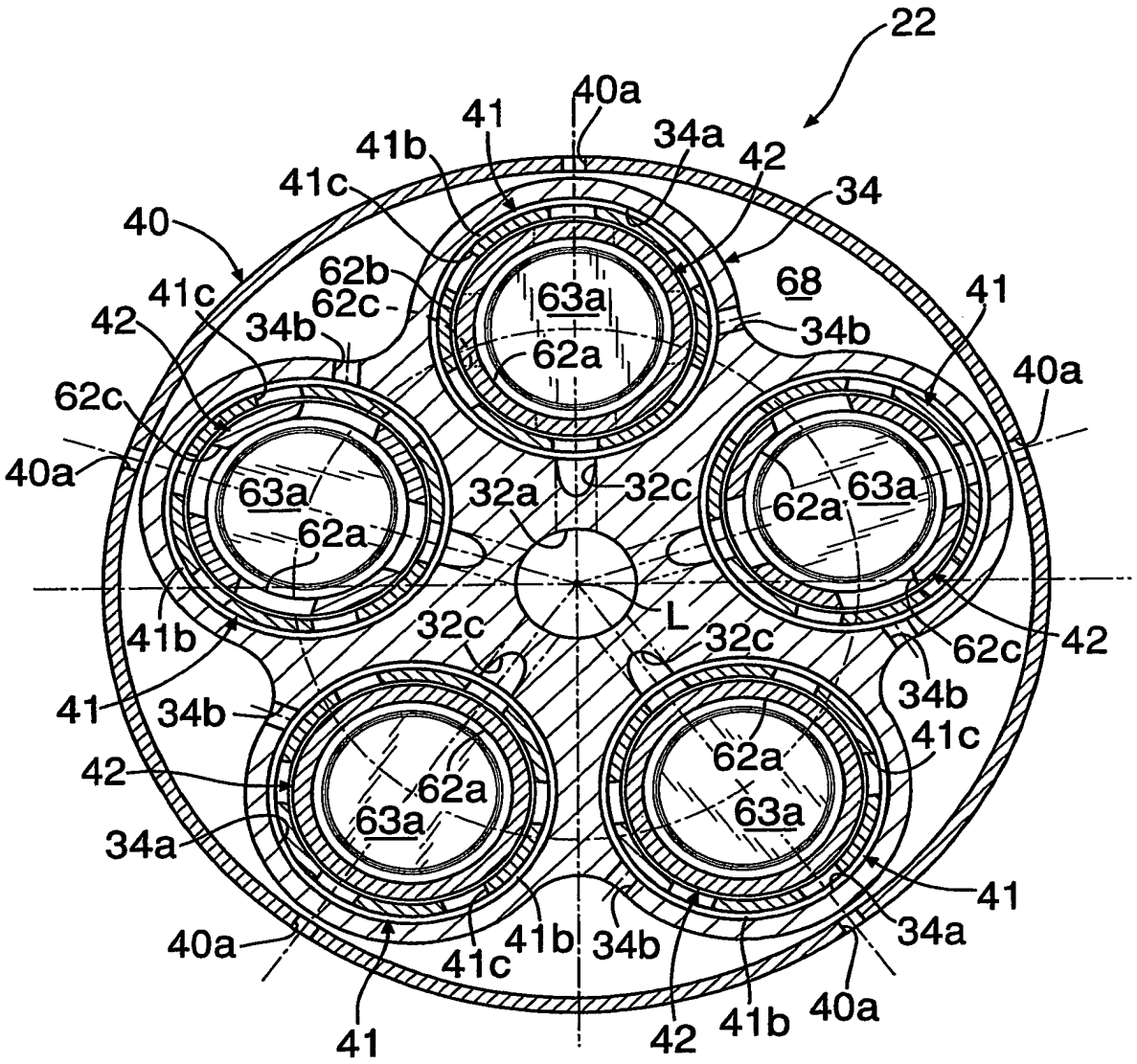

22
40a
41
41b
34a
42
41c
34
40
62b
68
41c
62c
63a
41
42
34b
62a
34b
40a
62c
40a
63a
32a
32c
62a
63a
62a
41b
32c
L
32c
62c
42
41
34b
34b
41c
42
62a
62a
63a
63a
34a
41
40a
41c
41b
34b
34a
41
42
41b
40a

図 8

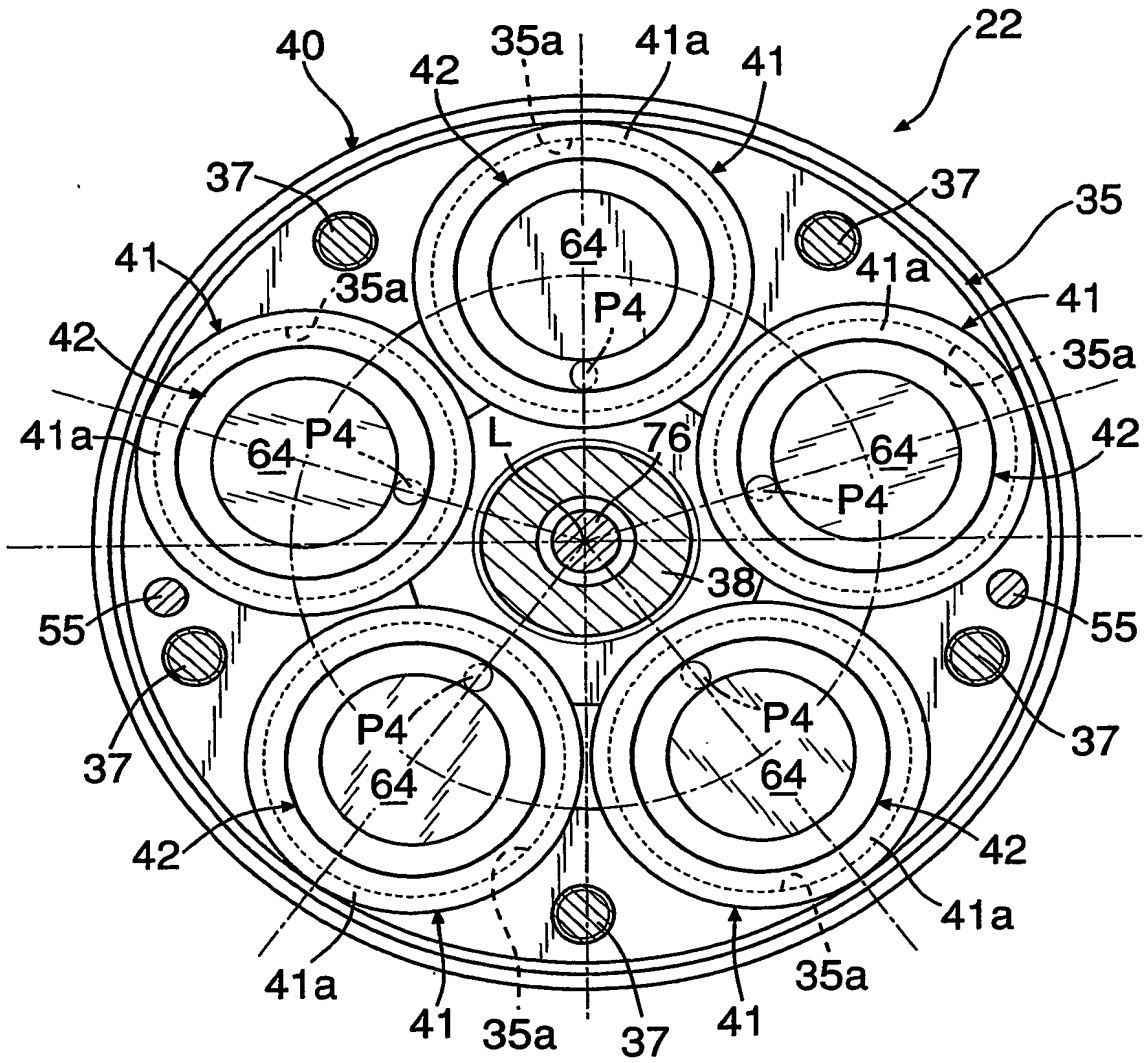

22
40
42
35a
41a
41
37
37
35
41
64
35a
P4
41a
41
42
35a
41a
P4
64
L
76
64
42
P4
38
55
55
37
37
P4
P4
64
64
42
42
41a
41a
35a
41
35a
37
41

図 9

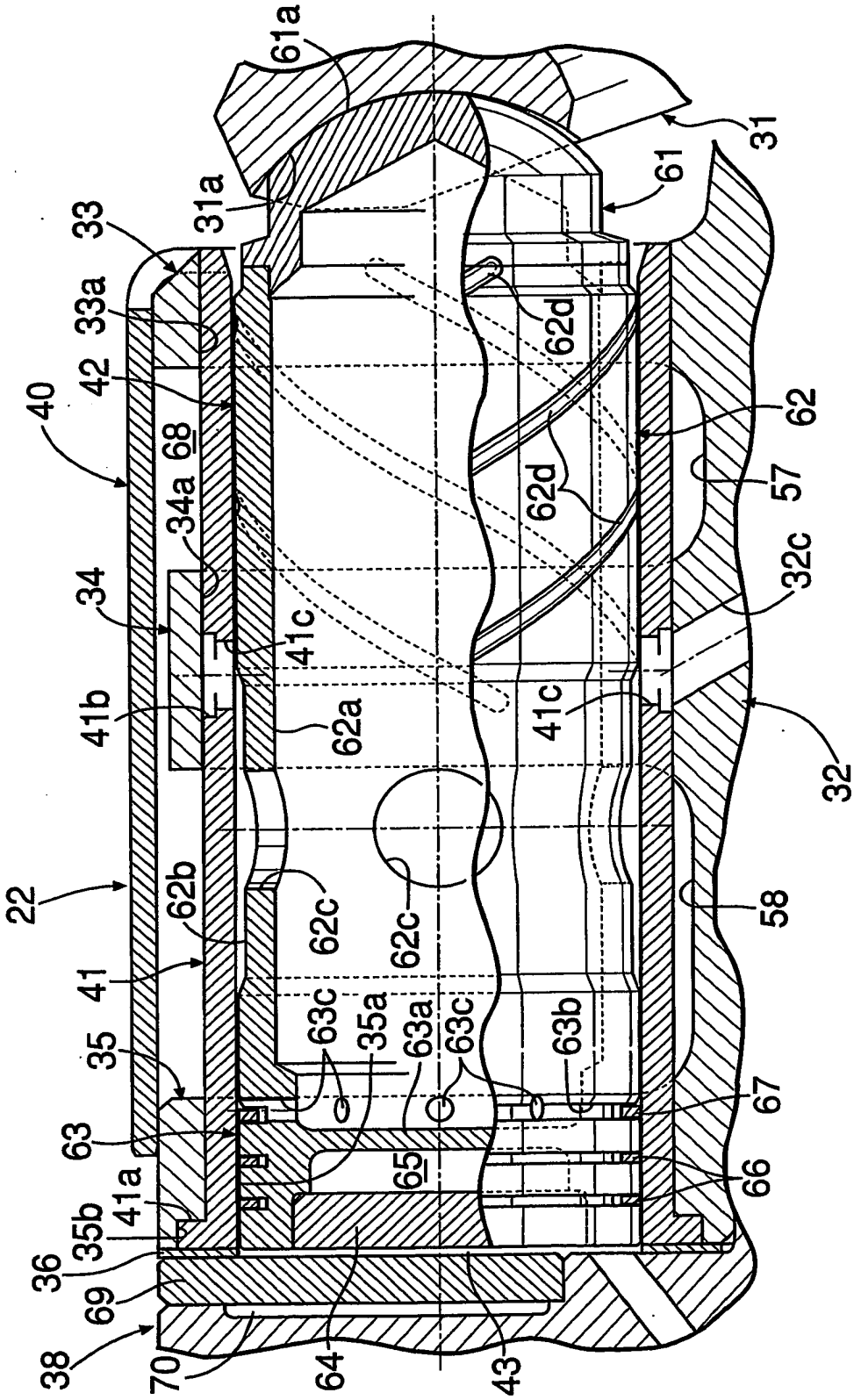

61a
31
61
31a
33
33a
42
40
68
34a
62d
62
57
32c
34
41c
41b
62a
32
22
62b
62c
58
41
63c
35a
63a
63b
67
35
63
65
66
41a
35b
36
69
38
70
64
43

図 10

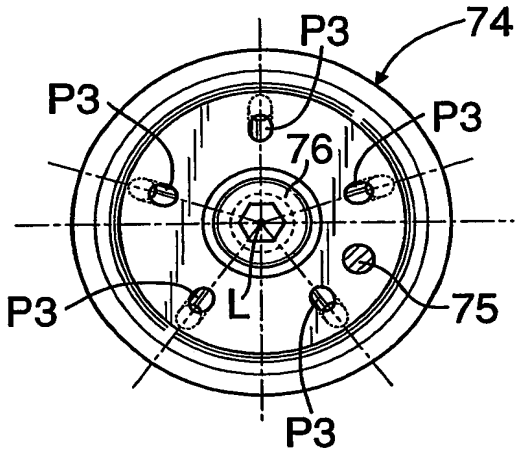


図 11

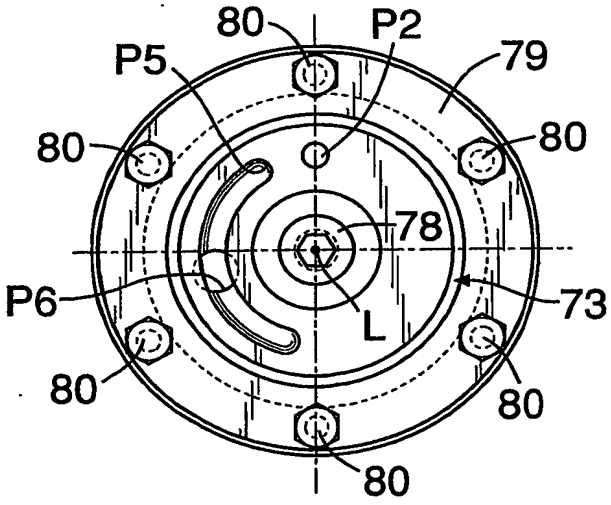


図 12

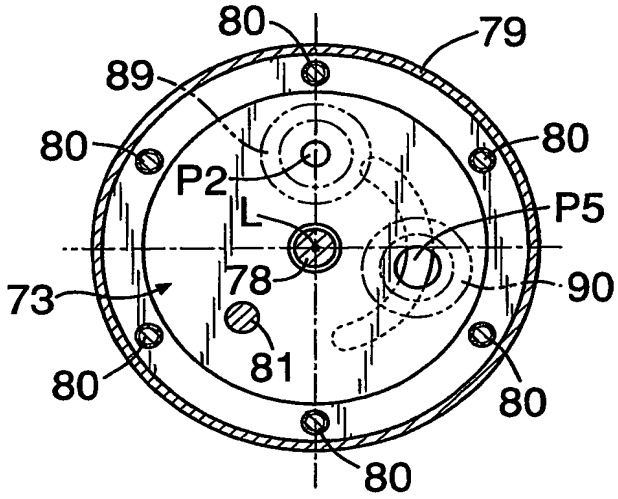
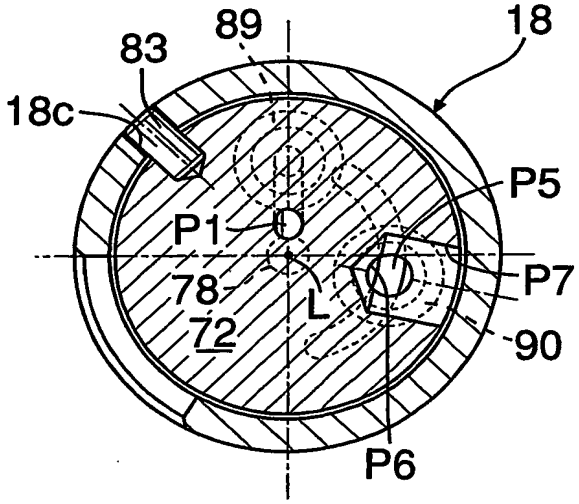

80
79
89
80
80
P2
L
P5
73
78
90
81
80
80
80

図 13


89
18
83
18c
P5
P1
D
P7
78
L
72
90
P6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/00453

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] F01B31/26, F01B3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl[7] F01B31, F01B29, F04B1, F04B21

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 4805516 A (CKD Corp.), 21 February, 1989 (21.02.89), Fig. 1 & JP 63-071501 A & GB 2195150 A & DE 3730655 A	1-4
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 139522/1979(Laid-open No. 57901/1981) (Nissan Motor Co., Ltd.), 19 May, 1981 (19.05.81), Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 20 March, 2003 (20.03.03)	Date of mailing of the international search report 08 April, 2003 (08.04.03)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/00453

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 08-218816 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 27 August, 1996 (27.08.96), Par. No. [0013]; Figs. 1, 2 (Family: none)	3
A	JP 11-294182 A (Mitsubishi Motors Corp.), 26 October, 1999 (26.10.99), Column 3, lines 40 to 42; Fig. 1 (Family: none)	2
A	JP 02-215975 A (NGK Insulators, Ltd.), 28 August, 1990 (28.08.90), Fig. 2 (Family: none)	3,4
A	JP 53-31103 U (Toyota Central Research And Development Laboratories, Inc.), 17 March, 1978 (17.03.78), Fig. 1 (Family: none)	3,4

国際調査報告

国際出願番号　PCT／JP03／00453

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int. Cl.[7] F01B31／26, F01B3／02

B.　調査を行った分野
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
Int. Cl.[7] F01B31, F01B29, F04B1, F04B21

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報　1926－1996年
日本国公開実用新案公報　1971－2003年
日本国登録実用新案公報　1994－2003年
日本国実用新案登録公報　1996－2003年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Y	US　4805516　A（シーケーディ株式会社）1989．02．21，第1図 & JP　63－071501　A & GB　2195150　A & DE　3730655　A	1－4
Y	日本国実用新案登録出願54－139522号（日本国実用新案登録出願公開56－57901号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（日産自動車株式会社）1981．05．19，全文，第1－3図（ファミリーなし）	1－4

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。　☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
20．03．03	08.04.03

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）	3T	9820
日本国特許庁（ISA／JP） 郵便番号100－8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	稲葉　大紀 電話番号　03－3581－1101　内線　3355		

様式PCT／ISA／210（第2ページ）（1998年7月）

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ０３／００４５３

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
Ｙ	ＪＰ　０８－２１８８１６　Ａ（三菱重工業株式会社） １９９６．０８．２７，００１３段落，第１図，第２図 （ファミリーなし）	３
Ａ	ＪＰ　１１－２９４１８２　Ａ（三菱自動車工業株式会社） １９９９．１０．２６，第３欄４０－４２行，第１図 （ファミリーなし）	２
Ａ	ＪＰ　０２－２１５９７５　Ａ（日本碍子株式会社） １９９０．０８．２８，第２図（ファミリーなし）	３，４
Ａ	ＪＰ　５３－３１１０３　Ｕ（株式会社豊田中央研究所） １９７８．０３．１７，第１図（ファミリーなし）	３，４